

Estudio morfoestructural de la red de drenaje en la cuenca de Almazán

P. Fernández García¹, C. Rey Moral², R. Babín Vich¹ y R. Tejero López¹

¹ Dpto. de Geodinámica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense, 28040 Madrid. pafernan@geo.ucm.es
² Sección de Geología, Instituto Geológico y Minero de España, Ríos Rosas 23, 28003 Madrid.

ABSTRACT

Almazan Basin, localised in the northeastern part of the Iberian Plate, shows a characteristic drainage network formed by the Duero river, E-W trend in the main part of its trajectory, shifting suddenly into a N-S trend by the Almazan town. The morphological study based on a map subenvelopes and some asymmetry index suggest a relation with the N20°-30°E Spanish Central System tectonic trend. Moreover, the study of the morphologic surfaces, longitudinal profiles and the main faults, reveal a major river incision in the south slope, while the north slope tributaries fit into a more tectonically stable area. These two remarkable areas would be divided by a major unevenness, E-W trend, located underneath the Duero river. Present fluvial network is controlled by NW-SE and E-W to WNW-ESE fault systems.

Key words: Almazan Basin, morphostructure, drainage analysis, Alpine structure.

INTRODUCCIÓN

La Cuenca de Almazán es una cuenca intramontaña, limitada por los relieves de la Rama Aragonesa (N y NE) y Castellana (S) de la Cordillera Ibérica (Fig. 1). Está constituida por sedimentos continentales de edad terciaria que alcanzan su máximo espesor según una cubeta orientada E-O que se extiende al este de la población de Almazán (Bond, 1996; Maestro, 1999; Rey Moral, 2001). El relleno es paleógeno en su mayor parte con más de 3000 m de espesor y se dispone sobre sedimentos cretácicos que forman el fondo de la cuenca. Su zona NO está caracterizada por un umbral en

el que solo se encuentran sedimentos neógenos, que sobrepasaron los límites actuales de la cuenca, cubriendo las estructuras mesozoicas adyacentes. La cuenca de Almazán ha sido descrita como una cuenca *piggy-back*, asociada a un cabalgamiento cortical dirigido hacia el norte (Guimerá *et al.*, 1995; Casa-Sainz *et al.*, 2000) y su formación se relaciona con los eventos de deformación alpinos que crearon la Cordillera Ibérica.

En esta cuenca se encuentra la divisoria de aguas entre tres de las cuencas más importantes de la Península Ibérica: Duero, Ebro y Tajo. La divisoria entre las cuencas del Duero y del Ebro discurre con una orientación NE-SO por la parte central de la misma (Fig. 2). La divisoria de estas dos cuencas con la cuenca del Tajo se sitúa paralela al límite de la rama Castellana con la cuenca de Almazán. Esta peculiar situación da al estudio de la red de drenaje de la cuenca de Almazán un gran interés. El análisis de las redes de drenaje y los parámetros morfométricos son considerados en la actualidad plenamente vinculados a la morfoestructura de una región. Por ello, en este trabajo se va a realizar un análisis de la red de drenaje mediante mapas de envolventes, índices de asimetría y perfiles longitudinales de los ríos y se va a investigar su relación con la estructura de la zona.

MAPAS DE ENVOLVENTES

Los mapas de envolventes (Map Subenvelope de McKee *et al.*, 1988) proporcionan una buena información sobre la distribución del flujo del agua sobre la superficie terrestre a partir de la cartografía de las "envolventes" (líneas que unen puntos de la misma altura topográfica en diferentes ríos). El estudio de su espaciado, regularidad e incurvacio-

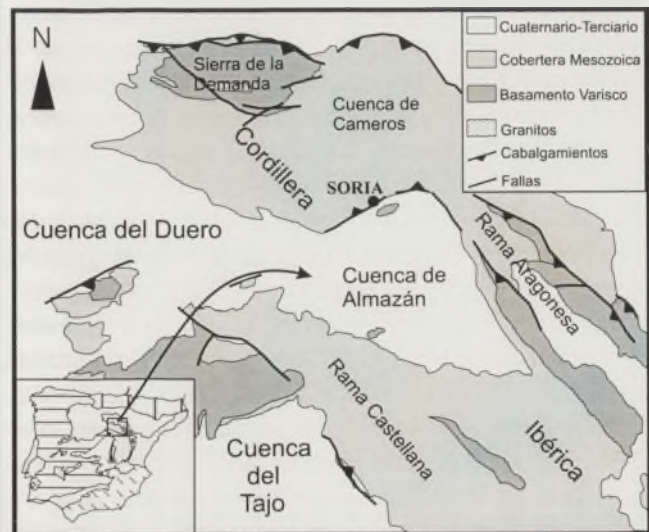


FIGURA 1. Situación de la zona de estudio.

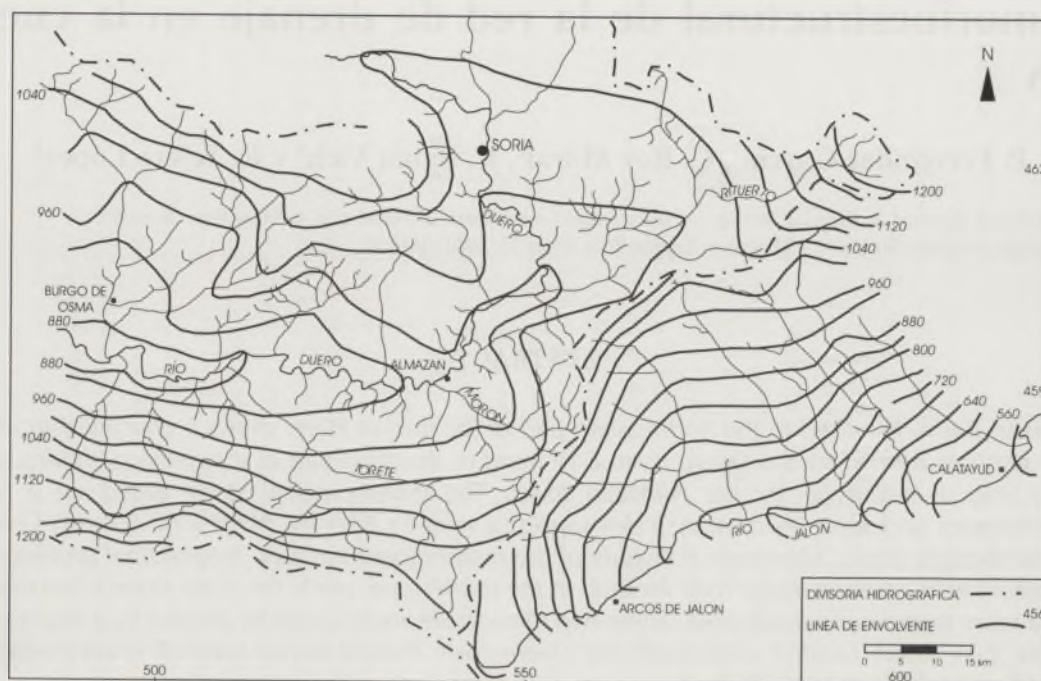


FIGURA 2. Mapa de envoltantes de la cuenca de Almazán.

nes, proporciona una metodología muy eficaz sobre la relativa incisión de las redes. Áreas donde las envoltantes presenten espaciados homogéneos o con "convexidades", denotarían zonas "estables", donde la capacidad de incisión y evolución de los ríos es mínima. Análogamente, líneas de envoltantes apretadas, o con incurvaciones "cóncavas", evidenciarían erosión y fuerte encajamiento de los cauces respecto a su entorno. (Garrote *et al.*, 2002)

En el mapa de envoltantes realizado para la Cuenca de Almazán (Fig.2), es notoria la importante inflexión que toman las curvas en todo el corredor del río Duero, ampliándose exageradamente aguas arriba, al girar al norte, en su confluencia con el río Rituerto y donde las envoltantes toman una marcada rectitud y se separan notablemente. En segundo lugar, se aprecia una desigualdad dentro de la propia cuenca del Duero. Así, en la vertiente norte, predomina la regularidad y los amplios espaciados de las envoltantes, aunque destacan dos importantes concavidades situadas en el extremo occidental de la zona. La vertiente sur, ofrece un aspecto totalmente diferente, mayor rectitud y apretamiento en las isolíneas de la cuenca y la concavidad asociada a los ríos Morón y Torette. Dicha concavidad se situaría en una dirección acorde con el trazado E-O del río Duero.

Para la vertiente norte del río Jalón, predomina la regularidad y el apretamiento de las envoltantes, lo que indicaría una fuerte y homogénea incisión hídrica en todos los ríos, que remontan aguas arriba, invadiendo claramente la actual divisoria topográfica. Es precisamente en esta zona donde se evidencia un fuerte contraste en el estilo de las envoltantes, de dirección N30°E que coincidiría con la actual divisoria.

INDICES DE ASIMETRÍA

Un aspecto singular de la cuenca de Almazán, es la marcada asimetría que se observa en algunas cuencas de drenaje de sus ríos afluentes, y para las que se ha calculado el factor T (factor de simetría topográfica transversal), de Keller y Pinter (1996). Este índice de basculamiento (T) viene dado por la expresión $T = D_a / D_d$, donde D_a y D_d representan respectivamente, las distancias desde el río a un eje imaginario centrado en la cuenca y desde dicho eje al borde de la cuenca adyacente. Las medidas se han realizado sobre una base topográfica escala 1/100.000, agrupando el factor T según su intensidad: entre 0 – 0,30 (baja), de 0,30 – 0,50 (media) y entre 0,50 – 1 (alta). (Fig. 3)

La primera observación de este mapa muestra una clara concentración de la asimetría en la vertiente meridional de la cuenca de Almazán, tanto en lo que respecta a la cuenca del Duero como del Jalón. Aunque la localización de estas cuencas no es totalmente continua, es evidente que se puede delimitar una franja de dirección E-O, con ligeras desviaciones norte, para los valores máximos y medios de este índice. Este hecho permite considerar un mismo comportamiento de deformación, hacia el este, para ríos de las cuencas del Duero y Jalón, y cuyo control estaría en principio situado al sureste de la zona de estudio. La vertiente norte presenta también una cierta intensidad en este índice de basculamiento, sobre todo al oeste del eje Soria - Almazán. Estas cuencas se alinean con las de la vertiente meridional opuesta, según una dirección aproximada N20°E, que manifiestan dos lineaciones prácticamente paralelas entre sí y de entidad regional. Estas direcciones serían coincidentes con las dos incurvaciones descritas en el mapa de envoltantes.

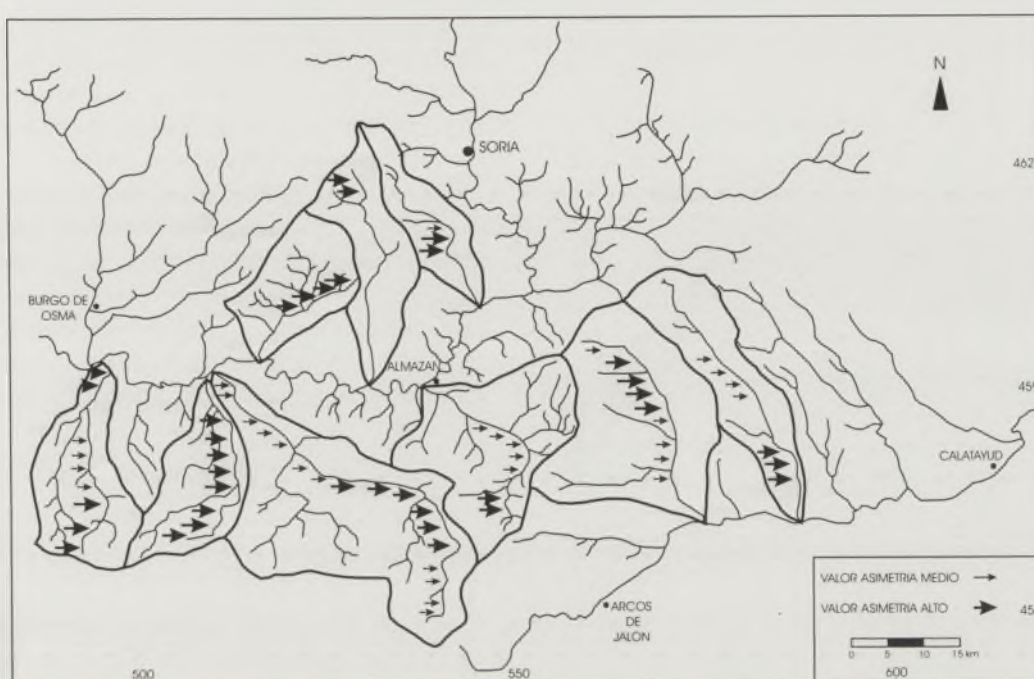


FIGURA 3. Mapa de valores del Índice de Asimetría.

LAS SUPERFICIES MORFOLOGICAS Y LOS PERFILES LONGITUDINALES

En la cuenca de Almazán se pueden distinguir básicamente dos niveles de arrasamiento: la Superficie Culminante (poligénica) desde 1200 y 1100m y la Superficie Inferior (tipo glacis) entre 1100 y 1000m. La cartografía de ambas y los principales perfiles longitudinales, queda recogida en la figura 4.

La primera superficie (en ocasiones se desdobra en dos niveles), se identifica con el nivel más alto de la cuenca. Su característica es: su total independencia de la red de drenaje no presentando apenas inclinación. Forma la actual divisoria y se encuentra degradada en la divisoria de las cuencas del Duero y Jalón. La Superficie Inferior, con una morfología tipo glacis claramente dirigida hacia los cauces principales, ofrece el mayor desarrollo en la zona norte de la cuenca, mientras que en la vertiente del Jalón apenas se identifica, lo que indicaría una historia evolutiva mucho más activa para este río.

Los perfiles longitudinales de los ríos (Fig. 4), proporcionan una valiosa información sobre su propia evolución en relación con la geología y dinámica regional. Los ríos de la vertiente meridional del Duero presentan dos tendencias diferentes: los más occidentales (Caracena y Talegones) ofrecen los mayores gradientes de pendiente, su perfil es ligeramente convexo y presentan frecuentes inflexiones en su trazado. Estos rasgos apuntarían a considerarlos como inmaduros, si bien los afloramientos mesozoicos, más resistentes, contribuirían a justificar esta morfología. Los que ocupan el sector oriental (Torete y Morón) presentan un perfil muy distinto, caracterizado por un gradiente de pendiente mucho menor,

tendencia a la concavidad y ausencia de inflexiones bruscas. Esto podría indicar ríos aparentemente mas maduros y evolucionados, o bien una localización en áreas de relativa estabilidad durante el cuaternario. Estas mismas pautas pueden reconocerse para los ríos de la vertiente septentrional (Ucero, Fuentepinilla, Izana y Mazo), si bien en alguno de ellos pueden identificarse rupturas de pendiente en su trazado, asociadas al encajamiento en los materiales paleógenos. Un hecho singular observado en el perfil del río Mazo, lo constituye la marcada convexidad de su último tramo, lo que indicaría que dicho río todavía no se ha ajustado a su nivel de base (Duero).

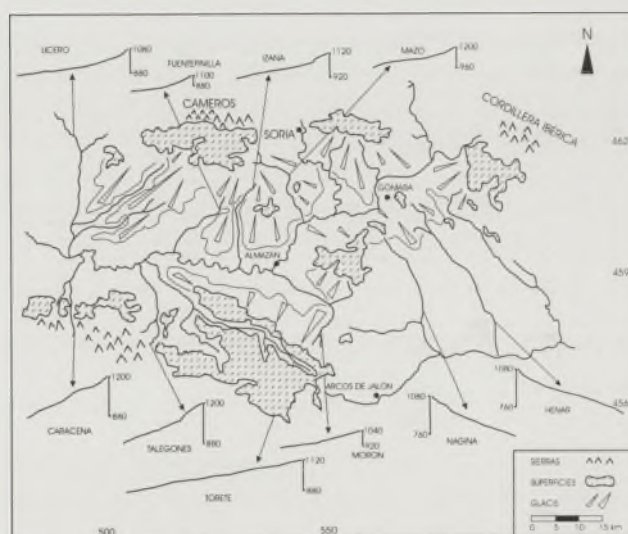


FIGURA 4. Superficies morfológicas y perfiles longitudinales de algunos ríos.



FIGURA 5. Mapa geológico de síntesis con las principales líneas morfoestructurales deducidas.

Finalmente, para los perfiles de la cuenca del Jalón (ríos Nágima y Henar), puede reconocerse fuertes gradientes de pendiente y una acusada rectilinidad en su trazado. Estos hechos, junto al importante descenso en los valores de altura que tiene su nivel de base, hace que se justifique una importante acción remontante actual de sus cabeceras.

DISCUSIÓN

El estudio precedente ha permitido establecer que existen dos direcciones predominantes que controlan la actividad fluvial: dirección NE-SO y dirección ONO-ESE. Estas direcciones están claramente relacionadas con sistemas de fallas que caracterizan la estructura de la Cuenca de Almazán. En la figura 5 se han trazado sobre un esquema geológico de la zona, las principales fallas NE-SO, observadas en perfiles sísmicos de reflexión, en modelos gravimétricos y en estudios estructurales (Bond, 1996; Maestro, 1999; Rey Moral, 2001). Los índices de asimetría indican que el movimiento a favor de estas fallas determina un hundimiento hacia el este-sureste. Estas fallas limitan el umbral entre las cuencas del Duero y de Almazán, dando lugar a la no existencia de sedimentos paleógenos en la zona NO de la cuenca (NO de Almazán). De todos estos accidentes el que más llama la atención es el ligado a la divisoria de aguas Duero-Ebro y es quizá el más elusivo en los estudios geofísicos y estructurales ya que no aparece claramente definido como un accidente neto. En él se produce una interrupción de las envolventes y un ligero desplazamiento en los valores de los índices de asimetría en la cuenca del Jalón (Figs. 2 y 3).

La alineación morfoestructural ONO-ESE a E-O coincide también con las orientaciones de fallas y pliegues que caracterizan la estructura de la cuenca. Los datos geofísicos indican que la zona situada al sur tiene un menor espesor de sedimentos, hecho que facilitaría una mejor adaptación de

las redes de drenaje a la actividad tectónica. Además, esta alineación marca el límite del depocentro de la cuenca, definido según algunos autores por una estructura monoclinical (Maestro, 1999; Casas Sainz *et al.*, 2000) o por un cabalgamiento según otros (Rey Moral, 2001).

La cuenca de Almazán se formó durante eventos deformacionales alpinos, fundamentalmente durante el Oligoceno y el Mioceno Inferior, bajo un campo de esfuerzos NNE-SSO (Casas Sainz *et al.*, 2000). La actividad morfoestructural de estas fallas podría haberse desarrollado desde la época del relleno de las cuencas hasta tiempos recientes, dentro de una etapa cuaternaria donde los ríos habrían redefinido su trazado hasta llegar a la configuración actual. El desarrollo de esta investigación proporcionará nuevos datos que permitan contrastar estas hipótesis.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Agustín Blanco la ayuda prestada en los trabajos de digitalización. Este trabajo ha sido financiado con el proyecto BTE 2003-03902 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

REFERENCIAS

- Bond, J. (1996): Tectono-sedimentary evolution of the Almazán Basin, NE Spain. En: *Tertiary basins of Spain: the stratigraphic record of crustal kinematics* (P.F. Friend y C.J. Dabrio, Eds). Cambridge University Press: 203-213.
- Casas Sainz, A., Cortés Gracia, A. y Maestro González, A. (2000): Intraplate deformation and basin formation during the Tertiary within the northern Iberian plate: Origin and evolution of the Almazán Basin. *Tectonics*, 19 (2): 258-289.
- Garrote Revilla, J., Fernández García, P. y Garzón Heydt, G. (2002): Parámetros morfométricos de la red de drenaje y sus implicaciones estructurales en la cuenca del tajo. En: *Aportaciones a la Geomorfología de España en el inicio del Tercer Milenio*. I.G.M.E. Serie Geológica, 1: 45-52.
- Guimerá, J., Alonso, A y Mas, J.R. (1995): Inversión of a extensional-ramp basin by a neoformed thrust: The Cameros Basin (N Spain). En: *Basin Inversión* (J. G. Buchanan y P. G. Buchanan, Eds). Geological Society Special Publication, 88: 433-453.
- Keller, E. A. y Pinter, N. (1996): *Active Tectonics*. Prentice Hall, New York, 338 p.
- Maestro, A. (1999): *Estructura y evolución alpina de la Cuenca de Almazán (Cordillera Ibérica)*. Tesis Doctoral. Univ. de Zaragoza, 334 p.
- McKeown, F.A., Jones-Cecil, M., Askew, B.L. y McGrath, B. (1988): Análisis of stream profile data in inferred Tectonic Activity, Eastern Ozaik Mountains Region. *U. S. Geological Survey Bulletin*, 1807, 39 p.
- Rey Moral, C. (2001): *Estudio geofísico de una cuenca sedimentaria. La Cuenca de Almazán (Provincia de Soria). Implicaciones tectónicas*. Tesis Doctoral. Univ. Complutense de Madrid, 247 p.